

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-012633

(43)Date of publication of application : 16.01.2001

(51)Int.Cl.

F16K 31/04  
F16K 37/00

(21)Application number : 11-184095

(71)Applicant : FUJI KOKI CORP

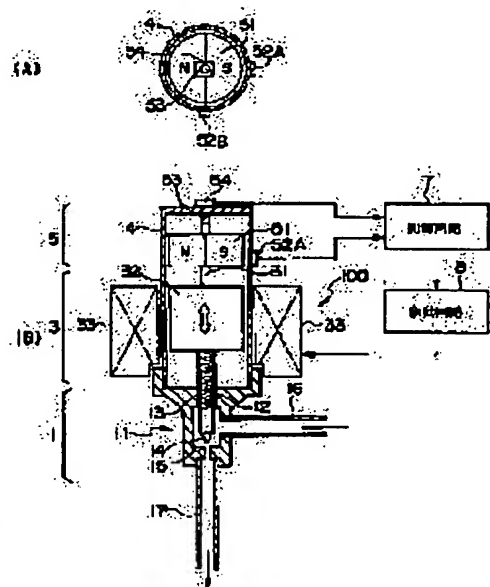
(22)Date of filing : 29.06.1999

(72)Inventor : HASEGAWA KEIICHI

**(54) DEVICE FOR DETECTING VALVE OPENING OF MOTOR-DRIVEN VALVE AND DEVICE FOR CONTROLLING OPENING OF MOTOR-DRIVEN VALVE****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a motor-driven valve which has the same function as that of an encoder and which can be used under a special condition of being in coolant.

**SOLUTION:** A valve opening sensor in a motor-driven valve 100 is used in a air-conditioning and refrigerating system in which a stepping motor has a rotary shaft 31, an armature and a stator 33, and the rotary shaft 31 and the armature 32 are driven by a drive part 3 provided in a can 4 which isolates coolant from the ambient air. In this arrangement, a magnetic drum 51 which is secured to the rotary shaft 3 and which is magnetized on its outer periphery with N poles and S poles at equal intervals, a rotating angle detecting magnetic sensor 52 provide on the outer periphery of the can 4 opposing the N and S poles, a magnet 53 provided to one end of the rotary shaft 1, a vertical position detecting magnetic sensor 54 provided on the outside of the can 4 opposing the magnet 53, and a valve opening degree computing means for computing a valve opening from values detected by the magnetic sensors 52, 54 are provided.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

29.06.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-12633  
(P2001-12633A)

(43) 公開日 平成13年1月16日 (2001.1.16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース(参考)
F 1 6 K 31/04		F 1 6 K 31/04	K 3 H 0 6 2
37/00		37/00	D 3 H 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-184095

(22) 出願日 平成11年6月29日 (1999.6.29)

(71) 出願人 391002166

株式会社不二工機

東京都世田谷区等々力7丁目17番24号

(72) 発明者 長谷川 恵一

東京都世田谷区等々力7丁目17番24号 株式会社不二工機内

(74) 代理人 100095913

弁理士 沼形 義彰 (外3名)

Fターム(参考) 3H062 AA02 AA15 BB33 CC02 DD01

EED8 FF07 HH04 HH08

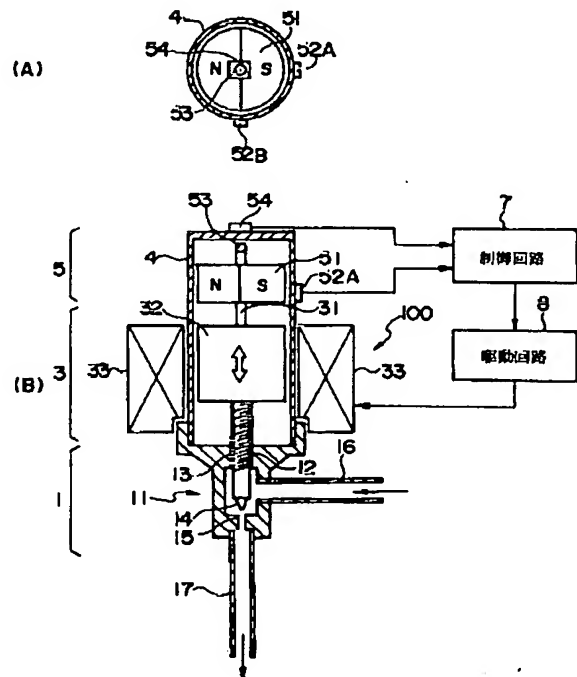
3H065 AA01 BB16 BC13 CA07

(54) 【発明の名称】 電動弁の開度検出装置および電動弁の開度制御装置

(57) 【要約】

【課題】 エンコーダと同種の機能を持ち冷媒内という特殊な条件下での使用を可能とした電動弁を提供する。

【解決手段】 回転軸31と回転子32と固定子33を有するステッピングモータの回転軸と回転子を冷媒と外気を隔てるキヤン内部に設けた駆動部3により駆動される、空調・冷凍システムにおける冷媒流量の調整に使用される電動弁100の開度センサにおいて、回転軸31に固定したN極およびS極を円周上に等分割に着磁した磁気ドラム51と、該NS極に相対するキヤン4外側の円周上に設けた回転角検出用磁気センサ52と、回転軸31の端部に設けた磁石53と、磁石53に相対するキヤン4外側に設けた、上下位置検出用磁気センサ54と、磁気センサ52および磁気センサ54の検出値から弁開度を演算する弁開度演算手段とを設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステッピングモータの回転軸に同軸に固定するとともにN極およびS極を円周上に等分割に着磁した磁気ドラムと、前記磁気ドラムの円周上のNS極に相対するキャン外側の円周上に設けた、前記磁気ドラムの磁界の変化を検出し磁気ドラムの回転角度を検出する回転角検出用磁気センサと、前記回転軸の端部に設けた磁石と、該磁石に相対するキャン外側に設けた、該磁石の磁界の変化を検出し回転軸の上下位置を検出する上下位置検出用磁気センサと、前記回転角検出用磁気センサおよび前記上下位置検出用磁気センサの検出値から弁開度を演算する弁開度演算手段とを有することを特徴とする電動弁の弁開度検出装置。

【請求項2】 前記弁開度演算手段は、前記回転角検出用磁気センサの前記磁気ドラムのNS極に同期する近似正弦波の検出値から回転角あるいは前記回転角に相当する円周上の位置を演算する手段と、前記上下位置検出用磁気センサの前記回転軸の移動位置に比例する検出値から前記回転軸の上下位置を演算する手段とを有し、前記上下位置検出用磁気センサから得た前記上下位置のデータを前記磁気ドラムのNS極の周期幅で分割し、前記周期幅に前記回転角検出用磁気センサから得られる回転角あるいは前記回転角に相当する円周上の位置のデータを割り当てることを特徴とする請求項1に記載の電動弁の弁開度検出装置。

【請求項3】 前記回転角検出用磁気センサが、ホール素子、磁気抵抗素子のいずれかから構成された請求項1または請求項2に記載された電動弁の弁開度検出装置。

【請求項4】 ステッピングモータの回転軸に同軸に固定するとともにN極およびS極を円周上に等分割に着磁した上面の円の径と下面の円の径が異なる磁気ドラムと、前記磁気ドラムの円周上のNS極に相対するキャン外側の円周上に設けた、前記磁気ドラムの磁界の変化を検出し磁気ドラムの回転角度と上下位置を検出する回転角・上下位置検出用磁気センサと、前記回転角・上下位置検出用磁気センサの検出値から磁気ドラムの回転回数と上下位置を演算して弁開度を演算する弁開度演算手段とを有することを特徴とする電動弁の弁開度検出装置。

【請求項5】 前記弁開度演算手段は、前記回転角・上下位置検出用磁気センサの前記磁気ドラムのNS極に同期する近似正弦波の検出値から、回転角あるいは前記回転角に相当する円周上の位置と、前記回転軸の上下位置を演算する手段を有し、前記上下位置のデータを前記磁気ドラムのNS極の周期幅で分割し、前記周期幅に前記回転角検出用磁気センサから得られる回転角あるいは前記回転角に相当する円周上の位置のデータを割り当てることを特徴とする請求項4に記載の電動弁の弁開度検出装置。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の電動弁の弁開度検出装置を用いた弁開度制御装

置において、弁開度演算装置が演算した弁開度と外部から入力された弁開度指令値とを比較してステッピングモータの脱調を検出する脱調検出手段を設けたことを特徴とする電動弁の弁開度制御装置。

【請求項7】 前記脱調検出手段が検出した脱調の量に基づいて弁開度の修正量を算出する弁開度修正手段を設けたことを特徴とする請求項6に記載の電動弁の弁開度制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空調・冷凍システムの冷媒流量の調整に使用される電動弁の弁開度を検出する弁開度検出装置、および、弁開度検出量に基づいて脱調を検出するようにした弁開度制御装置、ならびに、検出した脱調量に基づいて弁開度を修正するようにした弁開度制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】空調・冷凍システムの冷媒流量の調整に使用される電動弁は主にモータによる駆動によって弁の開閉を行っている。弁を駆動するモータの種類は幾つかあるが、その中でもステッピングモータはエンコーダなどフィードバック系なしで位置決め制御ができることから、安価な弁駆動用モータとして電動弁に広く用いられている。

【0003】ステッピングモータを用いた電動弁の構造例を模式的に示す図12を用いて、従来の電動弁の構造を説明する。電動弁100は、弁部1と、該弁部を駆動する駆動部3とを備えて構成されている。弁部1は、弁本体11と、該弁本体11に固定された雄ネジ12と、駆動部3の回転軸に固定されるとともに前記雄ネジ12に螺合される雄ネジ13と、該雄ネジ13の先端に固定された弁14と、本体に固定され前記弁を受ける弁座15と、管16、17とを有して構成される。

【0004】駆動部3は、上下動可能に軸受に支持された回転軸31と、回転軸31に固定された回転子32と、固定子33とから構成される。回転軸31と回転子32は、キャン4内に收容され、外部と遮断されている。外側にある固定子33の磁界を回転するように変化させることによりキャン4の内部にある回転子32を回転させ、回転子32に連動する弁14を開閉させる構造になっている。

【0005】このようなステッピングモータによって駆動される電動弁は、ステッピングモータの動作原理からフィードバック制御を行わなくてもパルス数に応じた回転角を得て弁開度の十分な精度を得ることができるので、開ループ制御によって使用することができる。しかしながら、開ループ制御を行う場合には、ステッピングモータがなんらかの原因で脱調を生じたときには、十分に対応することが困難である。

【0006】電動弁における脱調の発生に対しては、弁

の全閉状態あるいは全開状態など明らかに位置が確定している状態を基準点（ゼロステップ点）とし、弁を定期的に基準点に戻すことにより、それ以前の脱調などにより発生した誤差を初期化する方式によって対処している。家庭用エアコンでは、1日に1度は電源がオン・オフされることを利用して、電源をオンする時に上記の初期化を行っている。

【0007】しかしながら、大型ビルの空調用などの冷凍装置や冷蔵庫用冷凍装置などの連続使用が前提で初期化をあまり行わない場合や生鮮食料品貯蔵用の冷凍倉庫など、長年に渡り連続的に使用する空調・冷凍システムの場合では上記方式は採用し難いのである。さらに、短期間で初期化を行う使い方であっても、次の初期化までの間に弁への異物の噛み込みなど重大な不具合が発生した場合、この方式は位置検出手段を持たないため不具合を検出することができず、本体の空調・冷凍システムの制御に支障をきたすおそれ考えられる。例えば、半導体製造ラインにおける温度試験装置など連続使用が前提でしかも精度および信頼性の要求が高い場合には、脱調により生ずる弁開度の誤差は信頼性を低下させる要因となることから避けなければならない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題点を解決することを目的とするもので、一般的なエンコーダなどが対応できない冷媒内での設置という特殊な条件下での使用を可能とした電動弁の弁開度を検出する手段を提供することを課題とする。さらに、本発明は、上記電動弁の弁開度検出量に基づいて脱調を検出することを可能にした弁開度制御装置、および、脱調量の検出に対応して弁開度を修正することを可能にした弁開度制御装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明は、ステッピングモータの回転軸に同軸に固定するとともにN極およびS極を円周上に等分割に着磁した磁気ドラムと、前記磁気ドラムの円周上のN極に相対するキャン外側の円周上に設けた、前記磁気ドラムの磁界の変化を検出し磁気ドラムの回転角度を検出する回転角検出用磁気センサと、前記回転軸の端部に設けた磁石と、該磁石に相対するキャン外側に設けた、該磁石の磁界の変化を検出し回転軸の上下位置を検出する上下位置検出用磁気センサと、前記回転角検出用磁気センサおよび前記上下位置検出用磁気センサの検出値から弁開度を演算する弁開度演算手段とを有して構成した。

【0010】本発明は、上記電動弁の弁開度検出装置において、前記弁開度演算手段に、前記回転角検出用磁気センサの前記磁気ドラムのN極に同期する近似正弦波の検出値から回転角あるいは前記回転角に相当する円周上の位置を演算する手段と、前記上下位置検出用磁気センサの前記回転軸の移動位置に比例する検出値から前記

回転軸の上下位置を演算する手段とを設け、前記上下位置検出用磁気センサから得た前記上下位置のデータを前記磁気ドラムのN極の周期幅で分割し、前記周期幅に前記回転角検出用磁気センサから得られる回転角あるいは前記回転角に相当する円周上の位置のデータを割り当ててようにした。

【0011】本発明は、上記電動弁の弁開度検出装置において、上記前記回転角検出用磁気センサを、ホール素子、磁気抵抗素子のいずれかから構成した。

【0012】また、本発明は、ステッピングモータの回転軸に同軸に固定するとともにN極およびS極を円周上に等分割に着磁した上面の円の径と下面の円の径が異なる磁気ドラムと、前記磁気ドラムの円周上のN極に相対するキャン外側の円周上に設けた、前記磁気ドラムの磁界の変化を検出し磁気ドラムの回転角度と上下位置を検出する回転角・上下位置検出用磁気センサと、前記回転角・上下位置検出用磁気センサの検出値から磁気ドラムの回転回数と上下位置を演算して弁開度を演算する弁開度演算手段とを有している。

【0013】本発明は、上記電動弁の弁開度検出装置において、前記弁開度演算手段に、前記回転角・上下位置検出用磁気センサの前記磁気ドラムのN極に同期する近似正弦波の検出値から、回転角あるいは前記回転角に相当する円周上の位置と、前記回転軸の上下位置を演算する手段を設け、前記上下位置のデータを前記磁気ドラムのN極の周期幅で分割し、前記周期幅に前記回転角検出用磁気センサから得られる回転角あるいは前記回転角に相当する円周上の位置のデータを割り当ててことを特徴とする。

【0014】本発明は、上記電動弁の弁開度検出装置を用いた電動弁の弁開度制御装置において、前記弁開度演算装置が演算した弁開度と外部から入力された弁開度指令値とを比較してステッピングモータの脱調を検出する脱調検出手段を設け、弁開度の指令値と実際の値との誤差を検出するようにした。

【0015】本発明は、上記弁開度制御装置において、前記脱調検出手段が検出した脱調の量に基づいて弁開度の修正量を算出する弁開度修正手段を設け、この修正値に基づいて弁開度を制御するようにした。

【0016】「作用」この発明による電動弁の弁開度検出装置を電動弁に取り付け、その検出データを電動弁の制御にフィードバックすることによって、脱調の検出・修正を行い、電動弁の冷媒流量の制御を正確なものとし、空調・冷凍システムの安定性を確実なものにする。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明にかかる、弁開度検出装置を備えた電動弁の構成の概要を図1を用いて説明する。図1(A)は電動弁の弁開度検出部の構造を示す上方から見た図であり、図1(B)は上記電動弁の縦断面を示す図である。本発明にかかる電動弁100は、弁部1

と、駆動部3と、弁開度検出部5とを有している。この実施の形態では、電動弁のステッピングモータは96ステップで1回転し、弁の全閉から全開まで約5回転するように構成されている。駆動部3は、駆動回路8からの制御信号によって制御される。弁開度検出部5の出力は制御回路7へ出力される。

【0018】弁部1は、弁本体11と、該弁本体11に固定された雌ネジ12と、駆動部3の回転軸に固定されるとともに前記雌ネジ12に螺合される雄ネジ13と、該雄ネジ13の先端に固定された弁14と、本体に固定され前記弁を受ける弁座15と、管16、17とを有して構成される。

【0019】駆動部3は、上下動可能に軸受に支持された回転軸31と、回転軸31に固定された回転子32と、複数の磁極を有する固定子33とから構成される。回転軸31と回転子32は、非磁性体からなるキャン4内に収容され、外部と遮断されている。

【0020】弁開度検出部5は、回転軸31に固定されるとともに円周上を等分割してN極およびS極を着磁した磁気ドラム51と、該磁気ドラムに対向してキャン4の外部に例えば90度の間隔を置いて配置され前記磁気ドラムの磁界の変化を検出する回転角検出用磁気センサ52A、52Bと、回転軸31の一端部に設けた磁石53と、該磁石に対向してキャン4の外部に設けた前記磁石の磁界の変化を検出する上下位置検出用磁気センサ54とを有して構成される。

【0021】電動弁100は、パルスを印加する固定子33の磁極の極性を順次変化させて磁界を回転させることによって回転子32を回転させて回転軸31を回転させる。この回転によって、回転軸31は、弁部1にある雌ネジ12と雄ネジ13の働きで上下に移動する。回転軸31に取り付けられた磁石53も回転軸31の回転に伴って同様に上下し、対向する上下位置検出用磁気センサ54との距離が変化する。上下位置検出用磁気センサ54は、磁石53との距離の変化による磁界の強度の変化を検出し、図2に示すような特性値を出力する。

【0022】図2は、ステップ数で表した回転子32の回転角度と上下位置検出用磁気センサ54の出力の関係を示している。図2に示すように、上下位置検出用磁気センサ54の出力は、ステップ数が0のとき(弁が全閉のとき)に最小であり、ステップ数が480のとき弁が全開のときに最大となるように、ステップ数に比例して変化している。

【0023】回転軸31の上部に取り付けた磁石53と上下位置検出用磁気センサ54による位置検出方式は、数mm代の位置検出に適しており、弁のストロークと略同じ大きさであるので、適合性が良い。しかしながら、電動弁100の移動ステップ数は、例えば、500~4000ステップもあり、最大の場合では0.025%以上の分解能を必要とすることから、この方式のみで高精

度の位置検出を行うことは困難である。

【0024】磁気ドラム51にはN極及びS極が円周方向に等間隔に着磁形成されており、回転することにより円周方向の磁界の大きさおよび極性が変化する。回転角検出用磁気センサ52Aおよび52Bは、回転ドラム51の回転に基づく磁気の変化を検出し、図3に示す余弦波および正弦波の特性値を出力する。なお、回転角検出用磁気センサ52Aおよび52Bは、磁気ドラムに設けたN極とS極が形成する角度の半分の角度の位置を有して設けてある。

【0025】図3は、ステップ数で表した磁気ドラム51の回転角と回転角検出用磁気センサ52の出力の関係を示した図であり、磁気センサ52Aと52Bとは90度位相差を有する2種の正弦波の信号を出力する。

【0026】それぞれの出力波の内、余弦波をA、正弦波をBとすると、回転角 $\theta$ は下記(1)式で算出することができ、回転軸31のネジのピッチをpとすると、基準点(例えば、弁の全閉点)からの変位量Dは下記(2)式で、演算することができる。

【0027】

【数1】

$$\theta = \arctan(B/A) + a \cdot 180^\circ \dots\dots\dots (1)$$

$$D = (\theta / 360^\circ) \cdot p \dots\dots\dots (2)$$

【0028】回転角検出用磁気センサ52Aの出力Aの値および回転角検出用磁気センサ52Bの出力Bの値と、回転角の関係を図4に示す。すなわち、aは0, 1, 2を表わしており、出力Aが正で出力Bが正の間は $a=0$ で $0^\circ \sim 90^\circ$ の間である。出力Aが負で出力Bが正の間は $a=1$ で $90^\circ \sim 180^\circ$ の間である。出力Aが負で出力Bが負の間は $a=1$ で $180^\circ \sim 270^\circ$ の間である。出力Aが正で出力Bが負の間は $a=2$ で $270^\circ \sim 360^\circ$ の間である。

【0029】この方式は、式(1), (2)を用いて、回転角を高精度に検出できるのが特徴であり、例えば、 $0.1^\circ$ 程度の回転角は問題なく検出できる。電動弁100のステップ角は約 $3^\circ$ 程度なので十分な出力精度を得ることができる。ただし、この方式はあくまでも1回転内の回転角の検出であるので、(1)式および(2)式を用いてもネジピッチp以上の回転角を検出することはできない。

【0030】一般に、このような場合、1回転以上の回転角および変位量を検出するには、1回転する度に回転数をカウントする方式を取っている。しかしながら、カウンタを用いる方式は、カウンタ機能を必要とする上に、停電やノイズなどによってカウンタの内容が失われると、復帰時に回転回数が分からなくなるという問題がある。

【0031】図2に示した上下位置検出用磁気センサ54の出力値は、弁の可動範囲全域に渡るが分解能が小さ

く、図3に示した回転角検出用磁気センサ52Aおよび52Bの出力値は、検出範囲が1回転と制限されるが分解能は大きくお互いに補完的な性格を持つ。

【0032】したがって、演算機能があるマイコンなどに上下位置検出用磁気センサ54の出力および回転角検出用磁気センサ52Aおよび52Bの出力を入力し、上下位置検出用磁気センサ54の出力値から回転回数を演算し、回転角検出用磁気センサ52Aおよび52Bの出力値から得た回転角を足し合わせることによって、弁の可動範囲全域に渡って高分解能の開度を検出することが可能となる。開度は、回転角検出用磁気センサ52Aおよび52Bの出力値から得た回転角 $\theta$ と、上下位置検出用磁気センサ54の出力値から得た回転回数 $n$ とを用いて、下記(3)式で算出することができる。

【0033】

【数2】

$$\text{開度} = [n + (\theta / 360^\circ)] \cdot p \quad \dots\dots\dots (3)$$

【0034】ところで、上記(3)式において、回転角 $0^\circ$ 付近では、回転回数 $n$ の誤差がある場合には、回転回数 $n$ に誤差を含むおそれがある。この誤差を修正する処理手法について、以下に説明する。

【0035】上下位置検出用磁気センサ54の出力を $N$ とし、磁気ドラム51の1回転の出力値の変化量を $x$ として、出力 $N$ を変化量 $x$ で除算して、整数部 $i$ と少数部 $d$ を得る。次いで、少数部 $d$ が所定の範囲(例えば、 $0.1 \sim 0.9$ )内にあるか否かを判断して、回転回数 $n$ が変化する回転角 $0^\circ$ 付近であるか否かを検査する。所定の範囲内に有るときには、回転角は $0^\circ$ から少なくとも $\pm 36^\circ$ 以上離れたところにあるので、整数部 $i$ をそのまま回転回数 $n$ としても誤りはない。所定の範囲内には、回転角は $\pm 36^\circ$ 以内の個所にあり回転回数を表す整数部 $i$ に誤差が存在するおそれがあるので、回転角検出用磁気センサ52の出力を用いて演算した回転角度 $\theta$ を用いて、以下の論理で整数部 $i$ の正確さを検査し、修正した回転数 $n$ を得る。

【0036】すなわち、少数部 $d$ が $0.1$ 以下であって回転角度 $\theta$ が $0^\circ$ か $0^\circ$ を越えているときは、回転回数 $n$ を整数部の値 $i$ とする。少数部 $d$ が $0.1$ 以下であって回転角度 $\theta$ が $0^\circ$ に達していないときは、上下位置検出用磁気センサ54の出力 $N$ は正しい回転回数よりも大きな値が出力されているので、回転回数 $n$ を整数部の値 $i-1$ とする。少数部 $d$ が $0.9$ 以上であって回転角度 $\theta$ が $0^\circ$ か $0^\circ$ を越えているときは、上下位置検出用磁気センサ54の出力 $N$ は正しい回転回数よりも小さな値が出力されているので、回転回数 $n$ を整数部の値 $i+1$ とする。少数部 $d$ が $0.9$ 以上であって回転角度 $\theta$ が $0^\circ$ に達していないときは、回転回数 $n$ を整数部の値 $i$ とする。

【0037】上記方法により得られた回転角情報すなわち開度情報は、ステッピングモータを制御するマイコ

ンまたはコンピュータに入力され、脱調の監視や回転角の修正に利用する。

【0038】図5および図6を用いて、本発明にかかる電動弁100の制御回路7の構成と、制御の流れを説明する。制御回路7は、駆動回路制御部71と、弁開度演算部72と、脱調判定・修正部73とを有して構成される。

【0039】脱調判定・修正部73は、外部からの弁開度に関する指令と実際の回転角とを用いて脱調の有無を判定するとともに脱調の量を演算する脱調判定部731と、脱調判定部731が演算した脱調の量に基づいて弁開度の修正量を演算し修正値を出力する修正値演算部732とを有している。

【0040】駆動回路制御部71は、弁開度や駆動ステップ数などの外部からの指令または脱調判定・修正部73からの修正情報に基づいて、電動弁100のモータの回転方向と回転量を演算し、電動弁を制御する情報を駆動回路8へ出力する機能を有している。

【0041】駆動回路8は、駆動回路制御部71からの電動弁制御情報に基づいて、電動弁100のモータを回転させる制御信号(駆動パルス)を作成し電動弁100へ出力する機能を有している。

【0042】弁開度演算部72は、回転角検出用磁気センサ52および上下位置検出用磁気センサ54からの信号に基づいて前記演算手法によって、電動弁100の実際の回転角(弁開度)を演算し、演算結果を脱調判定・修正部73へ出力する機能を有している。

【0043】脱調判定・修正部73は、外部からの前記指令値と実際の回転角を比較し、一致するか否かを判定して脱調の有無を判定するとともにその脱調の量を演算し、脱調が有るときには脱調を修正する修正値を演算して駆動回路制御部71へ出力する機能を有している。

【0044】図6を参照して、このような制御回路7を用いて、電動弁の開閉制御と回転角の監視を行う制御の流れを説明する。電動弁100の制御の開始に当たって、まず電動弁を全閉または全開として初期化処理を行った(S1)後、外部からの指令の入力を監視する(S2)。外部からの指令があると、駆動回路制御部71は、外部からの指令に基づいて電動弁100のモータの回転方向と回転量を演算する(S3)。

【0045】駆動回路8は、駆動回路制御部71からの制御情報に基づいて、電動弁100のモータを回転させるパルスを固定子33へ所定の順序で出力し、電動弁100を駆動する(S4)。駆動回路制御部71は、パルス数をカウントし(S5)、パルス出力が終了したか否かを判断する(S6)。パルス出力が終了すると、弁開度演算部72は、回転角検出用磁気センサ52A、52Bおよび上下位置検出用磁気センサ54の出力を用いて弁開度を演算して(S7)、演算結果を脱調判定・修正部73へ出力する。



【0046】脱調判定・修正部73は、外部からの前記指令値と弁開度演算部72からの実際の弁開度(回転角)を比較し、一致するか否かを判定して、脱調の有無を判定する(S8)。脱調を生じていないときには、ステップS2に戻って次の指令を待つ。脱調が生じたときには、脱調判定・修正部73は、指令値と実際の回転角から修正値を演算して駆動回路制御部71へ出力し、駆動回路制御部71は修正方向と修正量を演算して駆動回路8へ制御情報を出力し、駆動回路8は制御情報に基づいて修正パルスを出力して(S9)、ステップS4へ戻り、電動弁を駆動する。

【0047】このようにして、電動弁100に生じた脱調を修正して正しい弁開度に制御することができる。

【0048】上記実施の形態では、磁気ドラムのN極S極の分割数は2分割の例を用いたが、特に分割数の制限は設けておらず、分割数を増やすことによってさらに高分解能とすることが可能になる。なお、弁開度の演算をするマイコンは、ステッピングモータを制御するマイコンと同一でも良い。

【0049】さらに、上記実施の形態では、初期化処理において、電動弁を全開または全閉として基準値を得たが、初期化に当たって、電動弁の全開時の各センサの出力と、全閉時の各センサの出力を得て、それぞれ最大値と最小値として弁開度を算出しても良い。

【0050】図7を用いて第1の実施の形態の変形例を説明する。この例は、回転角検出用磁気センサ52A、52Bと、上下位置検出用磁気センサ54をキャン4の上面に設けた点が第1の実施の形態と異なっている。この例では、磁気ドラム51の回転角を上面から検出するので、磁気ドラム51が上下に移動しても回転角を検出できるので、磁気ドラム51の厚みを薄くすることができ、回転角検出部5の高さを小さくすることができる。この例によれば、第1の実施の形態と同様に回転角に関する信号と上下位置に関する信号を得て、弁開度を検出することができる。

【0051】図8を用いて本発明の第2の実施の形態を説明する。図8(A)は第2の実施の形態にかかる電動弁の弁開度検出部の図8(B)のA-A線での断面図であり、図8(B)は該電動弁の縦断面を示す図である。この実施の形態にかかる電動弁100は、弁部1と、駆動部3と、弁開度検出部5とを有している。この実施の形態では、電動弁のステッピングモータは96ステップで1回転し、弁の全閉から全開まで約5回転する。

【0052】弁部1は、弁本体11と、該弁本体11に固定された雌ネジ12と、駆動部3の回転軸に固定されるとともに前記雌ネジ12に螺合される雄ネジ13と、該雄ネジ13の先端に固定された弁14と、本体に固定され前記弁を受ける弁座15と、管16、17とを有して構成される。

【0053】駆動部3は、上下動可能に軸受に支持され

た回転軸31と、回転軸31に固定された回転子32と、複数の磁極を有する固定子33とから構成される。回転軸31と回転子32は、非磁性体から成るキャン4内に收容され、外部と遮断されている。

【0054】弁開度検出部5は、回転軸31に固定されるとともに円周上を等分割してN極およびS極を着磁した磁気ドラム51と、該磁気ドラムに対向してキャン4の外側に例えば90度の間隔を置いて配置され前記磁気ドラムの磁界の変化を検出する回転角・上下位置検出用磁気センサ55A、55Bとを有して構成される。この実施の形態においては、第1の実施の形態では円柱状であった磁気ドラム51の形状を、頂部を切り取った円錐状とした点、および、上下動検出用磁石および上下位置検出用磁気センサをなくした点に特徴を有している。すなわち、磁気ドラム51は、上面の円の径と下面の円との径が異なり、周壁は傾斜した曲面として形成されている。

【0055】電動弁100は、パルスを印加する固定子33の磁極を順次変化することによって回転子32を回転させて回転軸31を回転させる。この回転によって、回転軸31は、弁部1にある雌ネジ12と雄ネジ13の働きで上下に移動する。回転軸31に取り付けられた磁気ドラム51も同様に回転にともなって上下し、対向する回転角・上下位置検出用磁気センサ55との距離Xが変化する。回転角・上下位置検出用磁気センサ55は、磁気ドラム51との距離の変化による磁界の変化を検出し図9のような特性値を出力する。回転角・上下位置検出用磁気センサ55の出力は、磁気ドラム51と磁気センサ55との距離に反比例する出力とNS磁極による正弦波(余弦波)出力を合成した信号となる。

【0056】図9は、ステップ数で表した回転角度と回転角・上下位置検出用磁気センサ55Aの出力の関係を示している。図9において、曲線A<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>～A<sub>n</sub>は、それぞれ、回転回数が0回(1回目の回転)の曲線、回転回数が1回(1回転した後の2回目の回転)の曲線、回転回数がn回(n回転した後のn+1回目の回転)の曲線を表している。

【0057】曲線A<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>～A<sub>n</sub>はステップ数に対応して変化する係数a<sub>0</sub>、a<sub>1</sub>～a<sub>n</sub>を有している。すなわち、曲線A<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>～A<sub>n</sub>の係数a<sub>0</sub>、a<sub>1</sub>～a<sub>n</sub>は、ステップ数0からステップ数96にかけて漸減し、ステップ数96では係数a<sub>0</sub>はステップ数0の係数a<sub>1</sub>に等しく、ステップ数96の係数a<sub>1</sub>はステップ数0の係数a<sub>2</sub>に等しくなっている。以下同様に係数は連続して減少して行く。

【0058】曲線A<sub>n</sub>(余弦波)のステップ数(回転角:θ)のときの係数a<sub>n</sub>を“a(n,θ)”で表すと、回転角・上下位置検出用磁気センサ55Aの出力は、ステップ数が0(回転角:0°)のときに“a(n,0°)・cos0°”であり、ステップ数が24

(回転角:  $90^\circ$ ) のときに " $a(n, 90^\circ) \cdot \cos 90^\circ$ " であり、ステップ数48 (回転角:  $180^\circ$ ) のときに " $a(n, 180^\circ) \cdot \cos 180^\circ$ "、ステップ数72 (回転角:  $270^\circ$ ) のときに " $a(n, 270^\circ) \cdot \cos 270^\circ$ " であり、ステップ数が96 (回転角:  $360^\circ = 0^\circ$ ) のときに " $a(n, 360^\circ) \cdot \cos 360^\circ = a(n+1, 0^\circ) \cdot \cos 0^\circ$ " となる。

【0059】このことによって、図10に示すように、曲線 $A_0$ のステップ数96は曲線 $A_1$ のステップ数0につながり、曲線 $A_1$ のステップ数96は曲線 $A_2$ のステップ数0につながる、連続して減衰する余弦曲線となる。

【0060】このように、回転角・上下位置検出用磁気センサ55Aの出力は、回転回数に比例して減少する余弦波状曲線の出力が得られる。同様に、回転角・上下位置検出用磁気センサ55Aと角度で $90^\circ$ ずれた位置にある回転角・上下位置検出用磁気センサ55Bの出力は、回転回数に比例して減少する正弦波状曲線の出力が

$$\text{センサ出力} = [A_n] - \alpha \cdot ((\theta/360^\circ)) \cos \theta \dots\dots\dots (5)$$

(4)、(5) 式より

$$\text{センサ出力} = [A_0] - \alpha \cdot n - \alpha \cdot ((\theta/360^\circ)) \cos \theta \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{ただし } 0^\circ \leq \theta < 360^\circ$$

【0065】(6) 式から、回転回数 $n$ は、下記(7)式で示され、 $K = -1/\alpha$ 、 $L = -1/360^\circ$ 、 $M = -[A_0]/\alpha$ とすると、回転回数 $n$ は、(8)式で示される。回転回数 $n$ は、例えば減衰量 $\alpha$ が一定でないなどの理由により整数にならない場合があるが、その場合は少数部を四捨五入することにより回転回数 $n$ を求めることができる。

【0066】

【数5】

$$n = -\frac{\text{センサ出力}}{\alpha \cdot \cos \theta} - \frac{\theta}{360^\circ} + \frac{[A_0]}{\alpha} \dots\dots\dots (7)$$

$$n = K \cdot (\text{センサ出力} / \cos \theta) + L \cdot \theta + M \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{ただし } 0^\circ \leq \theta < 360^\circ$$

【0067】回転回数 $n$ を算出するに当たっては、回転角・上下位置検出用磁気センサ55Aの回転回数に対応した出力値(余弦波)の変化が小さくなる付近(ゼロクロス近傍)では、演算に誤差を生じるおそれがあるので、出力値の変化の大きい領域の出力、例えば回転角・上下位置検出用磁気センサ55Bの出力(正弦波)に切り替えて演算することによって、誤差の発生を押さえることができる。

【0068】以上のように、この実施の形態によれば、磁気ドラム51と一対の回転角・上下位置検出用磁気センサ55A、55Bを設けることによって、回転角と回転回数を検出することができる。

得られる。

【0061】それぞれの曲線 $A_0$ 、 $A_1 \sim A_n$ のステップ数0における値は下記(4)式によって得ることができる。(4)式において、 $[A_0]$ 、 $[A_1] \sim [A_n]$ は、それぞれ回転回数0、1～ $n$ 回のステップ数0における出力値であり、 $\alpha$ は磁気ドラム51が1回転する間の出力の減衰量を、 $n$ は磁気ドラム52の回転回数を示している。

【0062】

【数3】

$$[A_n] = [A_0] - \alpha \cdot n \dots\dots\dots (4)$$

【0063】各曲線の初期値 $[A_n]$ は、ステップ数0から回転角度に対して正弦波的に変化するとともに減衰量 $\alpha$ で減衰し、磁気センサ52の出力は下記(5)式および(6)式で示される。

【0064】

【数4】

【0069】図11を用いて、本発明の第2の実施の形態の変形例を説明する。この例は、第1の実施の形態の変形例に用いた扁平な磁気ドラム51と、回転角・上下位置検出用磁気センサ55A、55Bを用いた点に特徴を有している。この例によれば、磁気ドラム51の回転角を上面から検出しているので、磁気ドラム51が上下に移動しても回転角・上下位置検出用磁気センサ55A、55Bによって検出できるので、磁気ドラム51の厚みを薄くすることができ、回転角検出部5の高さを小さくすることができる。この例によれば、第2の実施の形態と同様に回転角・上下位置検出用磁気センサ55A、55Bを用いて回転角に関する信号と上下位置に関する信号を得て、弁開度を検出することができる。

【0070】

【発明の効果】この発明は、磁気センサを利用することによって、キヤン内部の回転軸の回転角と軸方向の移動位置をキヤン外部から検出することを可能にした。さらに、本発明は、磁気エンコーダ(磁気ドラム51と磁気センサ52からなるセンサ)とポジションセンサ(磁石53と磁気センサ54からなるセンサ)を組み合わせ、双方の出力値を演算することにより安価でありながら高精度な位置検出を可能にした電動弁の弁開度検出装置を提供することができる。したがって、その位置データを電動弁の制御にフィードバックすることによって、脱調の検出・修正を行うことができ、また弁の不具合時には異常信号を出力することによって、電動弁を取り付けた空調・冷凍システムの安全性を高めることができる。



【0071】さらに、第2の実施の形態に示した電動弁の開度制御装置では、ポジションセンサを用いることなく、磁気エンコーダのみで、安価でありながら高精度な位置検出を可能にした電動弁の開度検出装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる電動弁の開度検出装置の構造の概要を説明する図。

【図2】本発明にかかる電動弁の開度検出装置の上下位置検出用磁気センサの出力特性を説明する特性図。

【図3】本発明にかかる電動弁の開度検出装置の回転角検出用磁気センサの出力特性を説明する特性図。

【図4】回転角検出用磁気センサの出力値と回転角の関係を示す相関曲線図。

【図5】本発明にかかる電動弁の開度検出装置の制御回路の構成を示すブロック図。

【図6】本発明にかかる電動弁の開度検出装置の制御回路の動作を説明するフローチャート。

【図7】第1の実施の形態にかかる電動弁の開度検出装置の変形例を説明する図。

【図8】本発明の第2の実施の形態にかかる電動弁の開度検出装置の構造の概要を説明する図。

【図9】本発明の第2の実施の形態にかかる電動弁の開度検出装置の回転角検出用磁気センサの出力特性を説明する特性図。

【図10】本発明の第2の実施の形態にかかる電動弁の開度検出装置の回転角検出用磁気センサの出力特性を説明する特性図。

【図11】第2の実施の形態にかかる電動弁の開度検

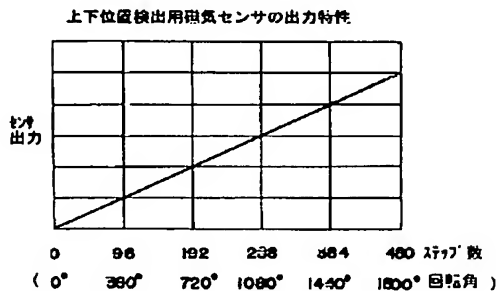
出装置の変形例を説明する図。

【図12】従来の電動弁の構造の概要を説明する図。

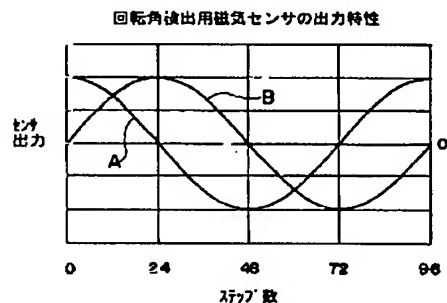
【符号の説明】

- 1 弁部
- 11 弁本体
- 12 雌ネジ
- 13 雄ネジ
- 14 弁
- 15 弁座
- 16, 17 管
- 3 駆動部
- 31 回転軸
- 32 回転子
- 33 固定子
- 4 キャン
- 5 回転角検出部
- 51 磁気ドラム
- 52 回転角検出用磁気センサ
- 53 磁石
- 54 上下位置検出用磁気センサ
- 55 回転角・上下位置検出用磁気センサ
- 7 制御回路
- 71 駆動回路制御部
- 72 弁開度演算部
- 72 脱調判定・修正部
- 731 脱調判定部
- 732 修正値演算部
- 8 駆動回路
- 100 電動弁

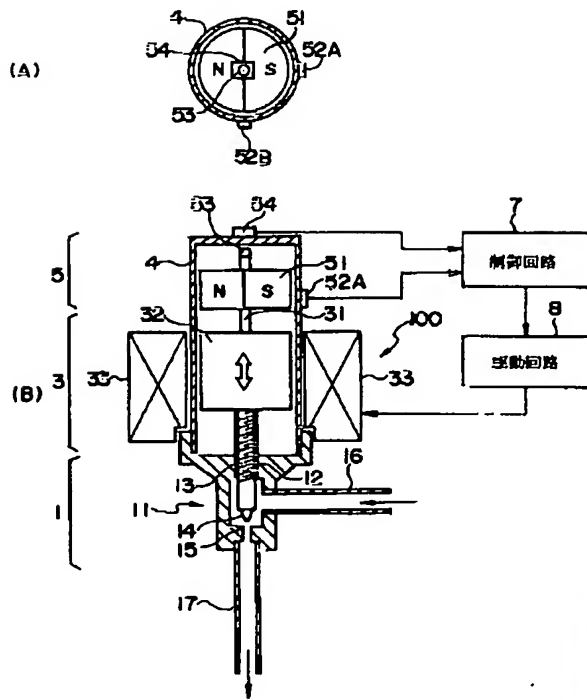
【図2】



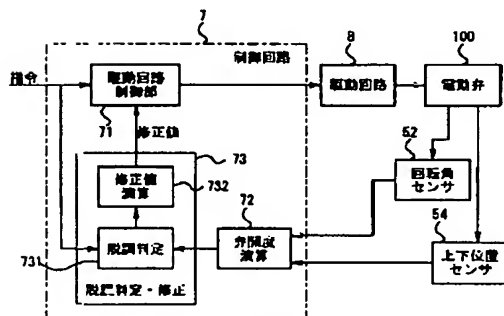
【図3】



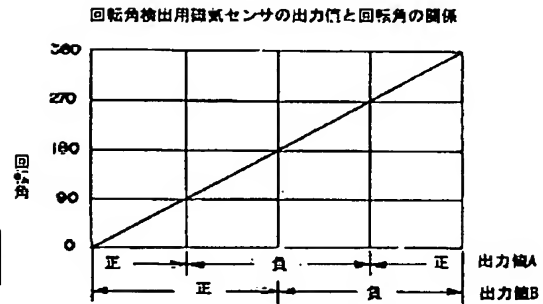
【☒1】



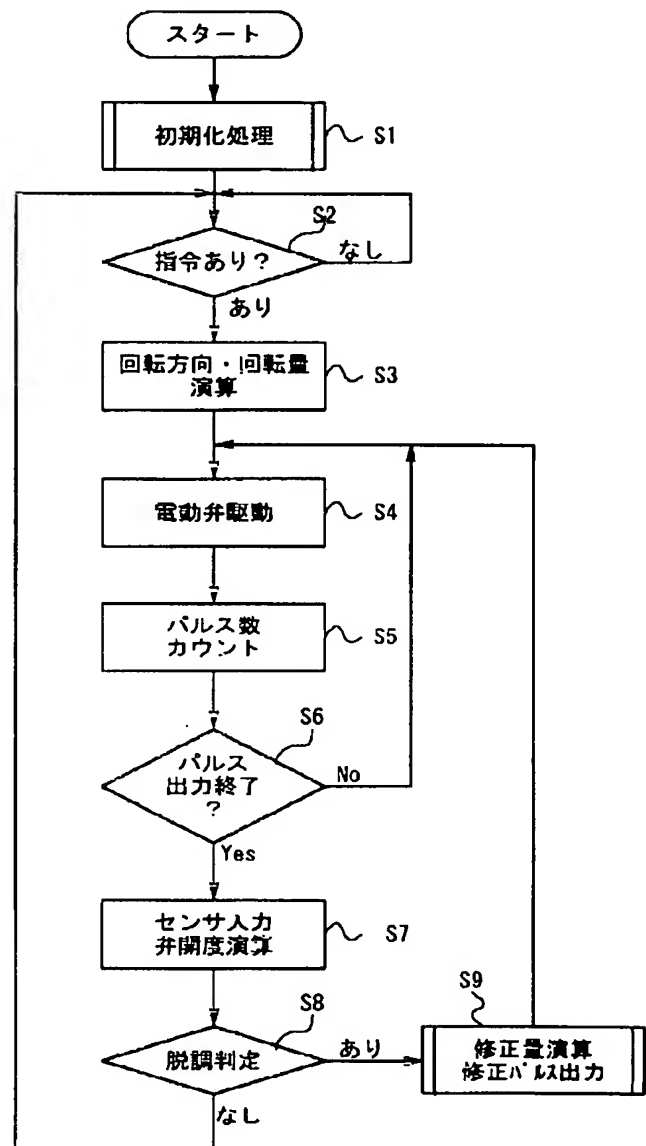
【図5】



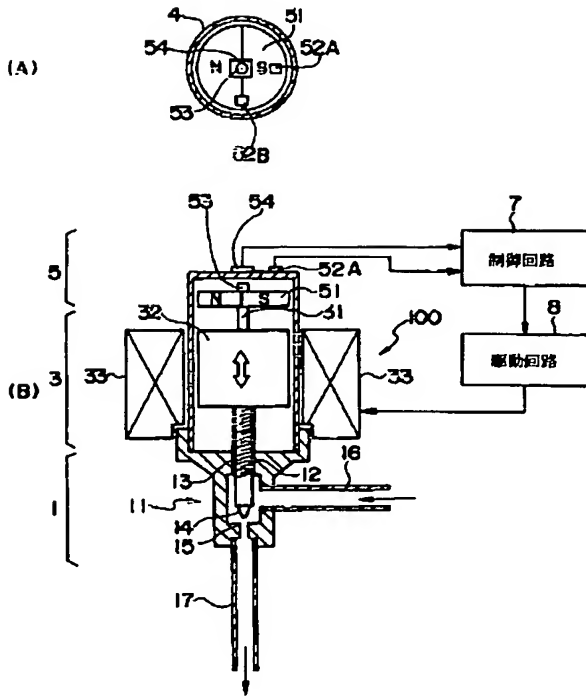
【図4】



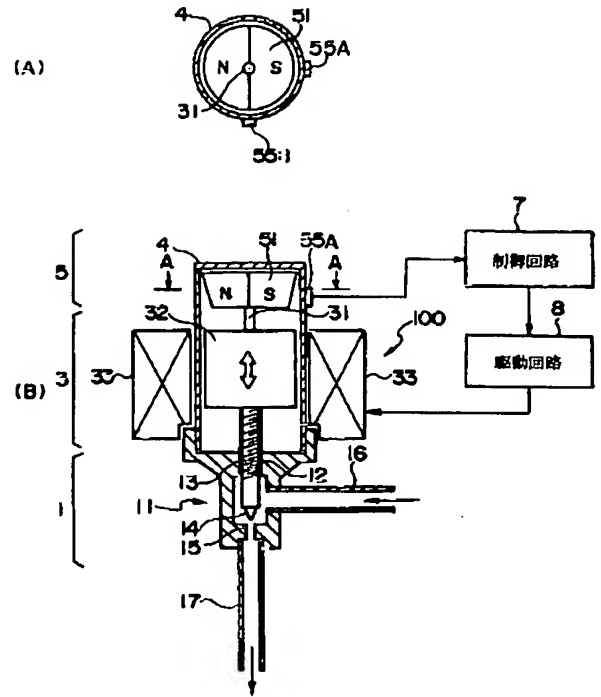
【図6】



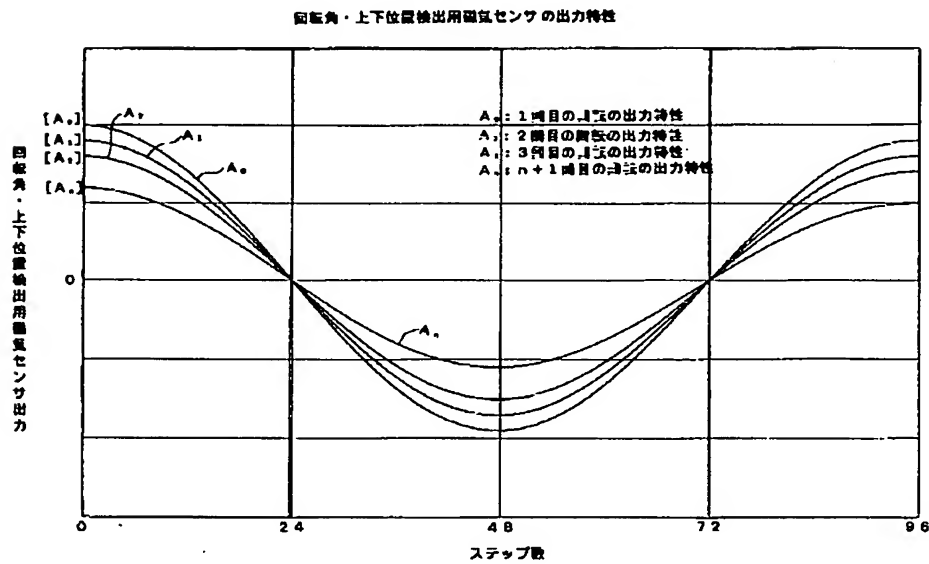
【図7】



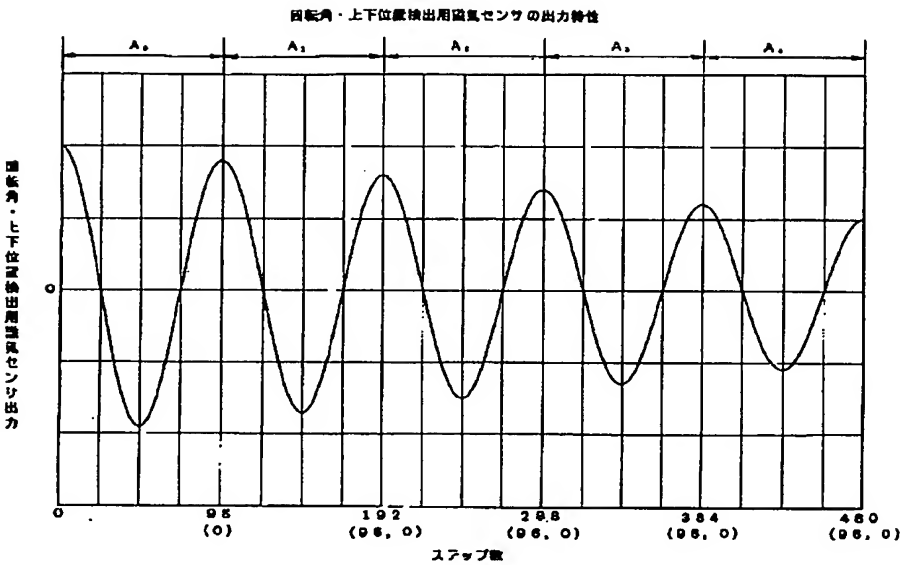
【図8】



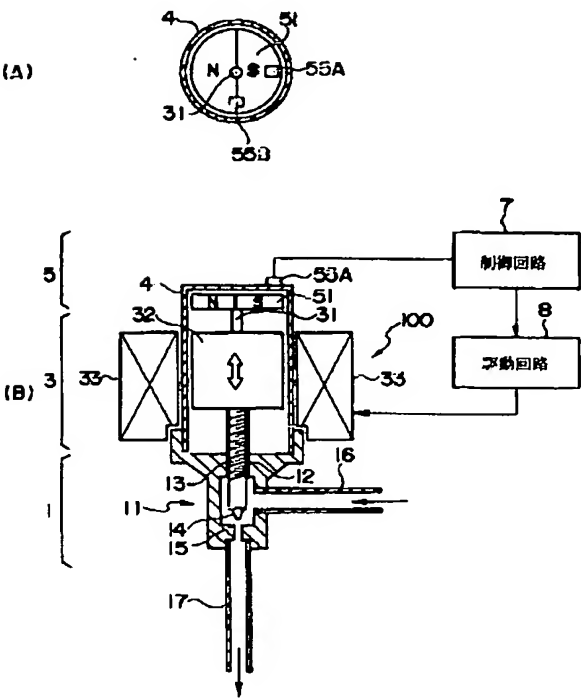
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

